

PLEASE DO NOT SEPARATE

**PRESENTLY THE DO/EO DRILL
PRESS IS OUT OF ORDER TO
EXPEDITE PROCESSING THE
OFFICE HAS SECURED THESE
DOCUMENTS WITH RUBBER
BANDS AND CLIPS THEY MUST
REMAIN WITH THE FILE AND
SCANNED AS**

371P

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Juli 2003 (17.07.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/058686 A2(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 21/00[DE/DE]; Hagäckerweg 8, 71144 Steinenbronn (DE).
NÄGELE, Eberhard [DE/DE]; Leipziger Strasse 19,
71101 Schoenaich (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/14632

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Dezember 2002 (20.12.2002)

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 00 525.7 9. Januar 2002 (09.01.2002) DE

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): MATTSON WET PRODUCTS GMBH [DE/DE];
Carl-Benz-Strasse 10, 72124 Pliezhausen (DE).Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SPEH, Ulrich

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR THE TREATMENT OF DISK-SHAPED SUBSTRATES

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BEHANDELN VON SCHEIBENFÖRMIGEN SUBSTRATEN

(57) Abstract: In order to carry out simple, low-cost, uniform treatment of substrates, a device is provided for the processing of disk-shaped substrates, especially semiconductor wafers, comprising a substantially flat carrier ring, which can be rotated on a plane about an axis of rotation by means of a rotation device, and at least three support elements extending from the plane of the carrier ring, forming a multi-point support for the support at a distance from the plane of the carrier ring. The invention also relates to a device and a method for the treatment of disk-shaped substrates, especially semiconductor wafers, wherein the substrates are rotated about an axis of rotation which is disposed in a substantially vertical position with respect to the plane of the substrates and whereby at least one first group of nozzles are disposed at various distances from the axis of rotation, enabling a first fluid to be applied, said nozzles being controlled either individually or in sub-groups, in order to carry out selective treatment of surface areas of the substrate.

(57) Zusammenfassung: Um auf einfache und kostengünstige Art und Weise eine gleichmässige Behandlung einzelner Substrate zu ermöglichen sieht die Erfindung eine Vorrichtung zum Behandeln von scheibenförmigen Substraten, insbesondere Halbleiterwafern, mit einem im Wesentlichen ebenen Trägerring vor, der über eine Drehvorrichtung in der Ebene um eine Drehachse drehbar ist und wenigstens drei sich aus der Ebene des Trägerrings heraus erstreckende Auflageelemente trägt, die beabstandet zur Ebene des Trägerrings eine Mehrpunktauflage für das Substrat bilden. Ferner ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Behandeln von scheibenförmigen Substraten, insbesondere Halbleiterwafern, vorgesehen, bei der bzw. bei dem die Substrate um eine im wesentlichen senkrecht zur Ebene der Substrate angeordnete Drehachse gedreht werden und über wenigstens eine erste Gruppe von Düsen, die unterschiedliche Abstände zur Drehachse aufweisen, ein erstes Fluid aufgebracht wird und die Düsen einzeln oder in Untergruppen angesteuert werden, um eine selektive Behandlung von Oberflächenbereichen des Substrats zu erreichen.

501,256



WO 03/058686 A2

**Vorrichtung und Verfahren zum Behandeln von
scheibenförmigen Substraten**

- 5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Behandeln von scheibenförmigen Substraten.

In der Halbleiterindustrie ist es bekannt, dass Halbleiterwafer zwischen verschiedenen Herstellungsschritten mit Fluiden, insbesondere Flüssigkeiten, behandelt werden. Hierbei handelt es sich häufig um eine Reinigung der Wafer. Aus der auf dieselbe Anmelderin zurückgehenden DE-A-19830162 ist beispielsweise eine Reinigungsvorrichtung bekannt, die nach einer CMP-Behandlung (chemisches mechanisches Polieren) der Wafer eingesetzt wird. Bei der bekannten Vorrichtung werden die Wafer nach der CMP-Behandlung
10 zunächst grob mit einem Bürstenreiniger vorgereinigt. Anschließend werden die Wafer in einem flüssigkeitsgefüllten Becken gesammelt, um anschließend als Charge gemeinsam in einer Feinreinigungsvorrichtung gereinigt zu werden.
15

- 20 Diese Vorrichtung hat den Nachteil, dass die Wafer vor ihrer Feinreinigung jeweils zu einer Charge gesammelt werden müssen, wodurch der kontinuierliche Bearbeitungsprozeß der Wafer und somit der Durchsatz einer Herstellungsanlage beeinträchtigt wird. Darüber hinaus ist die Anbindung der Reinigungsvorrichtung in eine CMP-Anlage sowie anderen Anlagen, die in der Regel im Einzelwaferverfahren arbeiten, schwierig.
25

Aus der WO-A-99/16109 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Behandeln von einzelnen Halbleiterwafern mit einer Behandlungsflüssigkeit bekannt. Bei der bekannten Vorrichtung und dem Verfahren wird ein Halbleiterwafer im Inneren, d.h. in der Ebene eines drehbaren Trägerrings aufgenommen und um
30 eine sich senkrecht zum Substrat erstreckende Drehachse gedreht. Während der Drehung wird über eine erste Vielzahl von Düsen ein Behandlungsfluid auf das Substrat aufgebracht. Aufgrund der Drehung des Substrats und der da-

durch erzeugten Fliehkraft strömt die Flüssigkeit nach außen. Die erste Vielzahl von Düsen ist an einem radial zur Drehachse beweglichen Träger angebracht, so dass die Düsen radial zur Drehachse bewegbar sind. An dem Träger ist eine weitere Düse vorgesehen, über die ein erhitztes Gas auf das Substrat geleitet werden kann. Das erhitzte Gas besitzt die Funktion, an der Flüssigkeit-Gas-Grenzfläche die Oberflächenspannung der Flüssigkeit zu reduzieren, wodurch ein gutes Abtrocknen des Substrats erreicht werden soll. Während der Trocknung des Substrats wird der die Düsen tragende Träger radial von der Drehachse wegbewegt, um eine Trocknung des Substrats von innen nach außen zu erreichen.

Bei der bekannten Vorrichtung ergibt sich einerseits das Problem, dass eine Handhabungsvorrichtung nicht ohne weiteres auf das in dem Trägerring aufgenommene Substrat zugreifen kann, da das Substrat in der Ebene des Trägerrings aufgenommen ist. Ferner besteht durch die Aufnahme des Substrats in der Ebene des Trägerrings die Gefahr, dass durch die Zentrifugalkraft nach außen geschleuderte Flüssigkeit auf den Trägerring auftrifft und in Richtung des Substrats zurückspritzt, wodurch eine gleichmäßige Behandlung des Substrats beeinträchtigt werden kann. Zusätzlich ergibt sich das Problem, dass für den die Düsen tragenden Träger ein Bewegungsmechanismus vorgesehen werden muss, der Verunreinigungen in dem Behandlungsraum einführen kann. Darüber hinaus muss innerhalb des Behandlungsraums ein ausreichender Platz für die Bewegung des Trägers vorgesehen sein, wodurch sich ein großer Platzbedarf für die Vorrichtung ergibt.

Ausgehend von dem bekannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Behandeln von scheibenförmigen Substraten vorzusehen, die bzw. das auf einfache und kostengünstige Art und Weise eine gleichmäßige Behandlung einzelner Substrate ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer Vorrichtung zum Behandeln von scheibenförmigen Substraten, insbesondere Halbleiterwafern, mit einem

im Wesentlichen ebenen Trägerring, der über eine Drehvorrichtung in der Ebene um eine Drehachse drehbar ist, dadurch gelöst, dass wenigstens drei sich aus der Ebene des Trägerrings heraus erstreckende Auflageelemente vorgesehen sind, die beabstandet zur Ebene des Trägerrings eine Mehrpunktauflage für das Substrat bilden. Durch Vorsehen einer Mehrpunktauflage beabstandet zur Ebene des Trägerrings wird die Gefahr beseitigt, dass von der Oberfläche des Substrats abgeschleudertes Behandlungsfluid auf den Trägerring trifft und auf das Substrat zurückspritzt. Darüber hinaus wird ermöglicht, dass eine Handhabungsvorrichtung zwischen den Trägerring und die Mehrpunktauflage einfährt, um das Substrat von der Mehrpunktauflage abzuheben, bzw. darauf abzulegen. Daher kann die Handhabungsvorrichtung zum Be- und Entladen des Trägerrings erheblich vereinfacht werden.

Vorteilhafterweise sind Auflageflächen der Auflageelemente auf einer Umfangskontur des Substrats angeordnet, um das Substrat im Wesentlichen nur im Kantenbereich zu kontaktieren. Dies ermöglicht eine gleichzeitige und gleichmäßige Behandlung beider Oberflächen des Substrats. Um eine gleichmäßige Behandlung beider Oberflächen des Substrats zu ermöglichen, erstrecken sich die Auflageelemente vorzugsweise in den Bereich der Mittelöffnung des Trägerrings. Somit sind beide Oberflächen des Substrats im Wesentlichen frei zugänglich. Dabei erstrecken sich die Auflageelemente vorzugsweise vom Innenumfang des Trägerrings aus. Vorzugsweise erstrecken sich die Auflageelemente schräg zur Ebene des Trägerrings, um auf einfache Weise eine Anordnung des Substrats im Bereich der Mittelöffnung des Trägerrings zu ermöglichen. Ferner wird durch die schräge Anordnung der Auflageelemente erreicht, dass sie das Substrat möglichst geringfügig überdecken.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Auflageflächen der Auflageelemente zur Ebene des Trägerrings geneigt, um eine Selbstzentrierung eines darauf abgelegten Substrats zu ermöglichen. Darüber hinaus wird durch die schräge Auflagefläche erreicht, dass das Substrat nur mit einer Umfangskante auf den Auflageflächen aufliegt und ein auf das Substrat auf-

gebrachtes Behandlungsfluid alle Bereiche der aufliegenden Oberfläche des Substrats erreichen kann.

Vorzugsweise weist die Vorrichtung wenigstens zwei sich im Wesentlichen senkrecht zur Ebene des Trägerrings erstreckende Anschlagflächen zum Begrenzen einer seitlichen Bewegung des Substrats auf. Hierdurch wird verhindert, dass sich die Substrate bei der Drehung des Trägerrings seitlich bewegen und gegebenenfalls dadurch beschädigt werden. Bei einer Ausführungsform der Erfindung sind die Anschlagflächen an den Auflageelementen ausgebildet, was auf besonders einfache und kostengünstige Art und Weise eine seitliche Bewegung des Substrats verhindert.

Bei einer alternativen Ausführungsform sind die Anschlagflächen an separat von den Auflageelementen vorgesehenen Anschlagelementen vorgesehen, die vorzugsweise beweglich am Trägerring angebracht und zwischen einer freien und einer das Substrat kontaktierenden Position bewegbar sind. Hierdurch wird ermöglicht, die Substrate zunächst auf den Auflageelementen abzulegen und anschließend eine seitliche Fixierung für das Substrat vorzusehen. Hierdurch wird insbesondere ermöglicht, Substrate mit unterschiedlichen Durchmessern aufzunehmen, da eine seitliche Fixierung durch die beweglichen Anschlagelemente erfolgt.

Vorzugsweise sind die Anschlagelemente durch eine Drehbewegung des Trägerrings in Kontakt mit dem Substrat bewegbar, wodurch ein zusätzlicher Antriebsmechanismus für die Anschlagelemente vermieden wird. Um ein gutes Abströmen eines sich auf dem drehenden Substrat befindlichen Fluids zu ermöglichen, weisen die Anschlagelemente vorzugsweise einen, sich von den Anschlagflächen im Wesentlichen V-förmig erweiternden Querschnitt auf.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegt der Trägerring und die damit assoziierte Drehvorrichtung unterhalb der Auflageflächen der Auflageelemente, um zu verhindern, dass durch die Drehvorrich-

tung erzeugte Verunreinigungen, insbesondere Abrieb, auf die behandelten Substrate kommt.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird auch durch eine Vorrichtung zum Behandeln von scheibenförmigen Substraten, insbesondere Halbleiterwafern, mit einer Vorrichtung zum Drehen der Substrate um eine Drehachse und wenigstens einer ersten Gruppe von Düsen, bei der die Düsen unterschiedliche Abstände zur Drehachse aufweisen, dadurch gelöst, dass die Düsen einzeln oder in Untergruppen ansteuerbar sind. Durch die Ansteuerung der Düsen einzeln oder in Untergruppen läßt sich eine selektive Behandlung von Oberflächenbereichen, insbesondere von Randbereichen des Substrats erreichen.

Vorzugsweise besitzt die Vorrichtung wenigstens eine weitere Gruppe von Düsen, bei der die Düsen unterschiedliche Abstände zur Drehachse aufweisen, und wobei die Düsen der zweiten Gruppe vorzugsweise wiederum einzeln oder in Untergruppen ansteuerbar sind. Die zweite Gruppe von Düsen ermöglicht das gleichzeitige und/oder nachträgliche Aufbringen eines weiteren Fluids, wobei die Einzelansteuerung, eine kontrollierte Verdrängung eines durch die ersten Düsen aufgebrachten Fluids durch ein weiteres Fluid ermöglicht. Dabei sind vorzugsweise drei Gruppen vorgesehen, um beispielsweise ein Behandlungsfluid, ein Reinigungsfluid, ein Spülfluid und/oder ein Trocknungsfluid auf das Substrat zu leiten, ohne dass die unterschiedlichen Fluide über gemeinsame Düsen aufgebracht werden müssen. Hierdurch wird eine Vermischung der unterschiedlichen Fluide im Bereich von Zuleitungen und/oder den Düsen verhindert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Düsen wenigstens einer weiteren Gruppe im Bereich des Abstands der Düsen der ersten Gruppe zur Drehachse angeordnet. Dies ermöglicht in Kombination mit der Drehbewegung des Substrats die Erzeugung unterschiedlicher konzentrischer Aufbringbereiche für jede der Düsen, wobei sich die Aufbringbereiche der Düsen einer Gruppe jeweils mit den Aufbringbereichen der Düsen der anderen

Gruppe abwechseln. Dies ermöglicht eine kontrollierte Verdrängung eines durch die Düsen der einen Gruppe aufgebracht Fluids durch ein durch die andere Gruppe aufgebracht Fluid.

- 5 Vorzugsweise sind die Düsen wenigstens einer Gruppe auf einer sich radial zur Drehachse erstreckenden Geraden angeordnet, was zu einem einfachen Aufbau der Vorrichtung, und insbesondere der Zuleitungen für die Düsen führt. Vorzugsweise liegen für einen kompakten Aufbau der Vorrichtung die Düsen der ersten Gruppe und wenigstens einer weiteren Gruppe auf einer
10 sich radial zur Drehachse erstreckenden Geraden. Dabei wechseln sich die Düsen der ersten Gruppe vorzugsweise mit den Düsen der weiteren Gruppe auf der Geraden ab.

- Vorzugsweise sind die Düsen wenigstens einer Gruppe über eine gemeinsa-
15 me Fluidversorgungseinheit mit Fluid beaufschlagbar, wodurch sichergestellt werden kann, dass die Düsen einer Gruppe mit demselben Fluid und mit dem im Wesentlichen gleichen Druck angesteuert werden. Dabei sind die Düsen wenigstens einer Gruppe vorzugsweise über eine gemeinsame Druckleitung mit Fluid beaufschlagbar.

- 20 Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung sind die Düsen wenigstens einer Gruppe mit unterschiedlichem Fluid beaufschlagbar, wodurch auch bei einer einzelnen Gruppe von Düsen die Behandlung des Substrats mit unterschiedlichen Fluids möglich ist. Um das Aufbringen eines Fluids in bestimmten Bereichen des Substrats zu ermöglichen, sind die Düsen wenigstens
25 einer Gruppe einzeln oder in Untergruppen zu- und/oder abschaltbar, wodurch beispielsweise eine ausschließliche Behandlung von Randbereich ermöglicht wird. Ferner wird hierdurch eine kontrollierte Verdrängung eines Fluids durch ein weiteres Fluid ermöglicht. Für eine gute Einstellung der Behandlungsergebnisse ist die Form des Düsenstrahls und/oder die Durchflußmenge wenigstens einer Düse wenigstens einer Gruppe veränderbar.
30

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist eine Düse auf bzw. im Bereich der Drehachse angeordnet, um zu ermöglichen, dass ein Fluid im Bereich der Drehachse auf das Substrat aufgebracht wird, um eine vollständige Behandlung des Substrats zu gewährleisten. Die Düse kann
5 einer oder mehreren der Gruppen von Düsen zugeordnet sein, oder sie kann als einzelne, unabhängige Düse ausgebildet sein. Vorzugsweise ist die Düse mit unterschiedlichen Fluids beaufschlagbar, um eine gleichmäßige von der Drehachse ausgehende Behandlung des Substrats mit unterschiedlichen Fluids zu ermöglichen. Dabei sind wenigstens zwei getrennte Zuleitungen für un-
10 terschiedliche Fluids vorgesehen, um wenigstens im Bereich der Zuleitungen eine Vermischung der unterschiedlichen Fluids zu vermeiden.

Um eine gleichzeitige Behandlung der Ober- und Unterseite eines scheibenförmigen Substrats zu ermöglichen, ist wenigstens eine Gruppe von Düsen
15 oberhalb und unterhalb des Substrats vorgesehen.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird der erfindungsgemäße Trägerring in Kombination mit der erfindungsgemäßen Düsenanordnung verwendet, da durch die Kombination bei kompakter Bauweise
20 eine besonders gleichmäßige Behandlung beider Oberflächen eines scheibenförmigen Substrats erreicht werden kann.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird auch bei einem Verfahren zum Behandeln von scheibenförmigen Substraten, insbesondere Halbleiter-
25 wafern, bei dem die Substrate um eine im Wesentlichen senkrecht zur Ebene der Substrate angeordnete Drehachse gedreht werden und über wenigstens eine erste Gruppe von Düsen, die unterschiedliche Abstände zur Drehachse aufweisen, ein erstes Fluid aufgebracht wird dadurch gelöst, dass die Düsen einzeln oder in Untergruppen angesteuert werden, um eine selektive Behand-
30 lung von Oberflächenbereichen des Substrats zu ermöglichen. Durch die Einzel- oder Gruppenansteuerung der Düsen können selektive Oberflächenbereiche des Substrats behandelt werden, ohne die Düsen bewegen zu müssen, wodurch die Gefahr einer Kontamination eines Behandlungsraums und/oder

der Substrate verringert wird. Darüber hinaus kann der Behandlungsraum kompakt ausgeführt werden, da die Düsen feststehen.

Um die Behandlung des Substrats mit dem ersten Fluid zu beenden, wird über
5 wenigstens eine Düse wenigstens ein weiteres Fluid auf das Substrat geleitet, wodurch das erste Fluid vom Substrat verdrängt wird. Dabei wird das weitere Fluid vorzugsweise über wenigstens eine Düse wenigstens einer weiteren Gruppe von Düsen auf das Substrat geleitet, um eine Vermischung der Fluids in den Zuleitungen zu den Düsen bzw. an den Düsen zu verhindern. Ferner
10 wird hierdurch eine kontrollierte Verdrängung des ersten Fluids ermöglicht.

Um eine kontrollierte und gleichmäßige Verdrängung des ersten Fluids sicherzustellen, wird das weitere Fluid vorzugsweise über eine Düse aufgebracht, die näher an der Drehachse liegt als eine Düse über die das erste Fluid
15 id auf das Substrat aufgebracht wird. Hierdurch wird durch die Drehung erzeugte Zentrifugalkraft eine gleichmäßige Verdrängung des ersten Fluids radial nach außen erreicht.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden
20 beim Beenden der Behandlung mit dem ersten Fluid die das erste Fluid aufbringenden Düsen sequentiell von der Drehachse weg abgeschaltet, oder auf das Aufbringen des zweiten Fluids umgeschaltet. Hierdurch wird eine gleichmäßige und gesteuerte Beendigung der Behandlung erreicht. Um dabei eine entsprechende gleichmäßige Verdrängung des ersten Fluids vorzusehen,
25 werden die das weitere Fluid aufbringenden Düsen vorzugsweise sequentiell von der Drehachse weg zugeschaltet, um das weitere Fluid in einem radial größer werdenden Bereich auf das Substrat aufzubringen und das erste Fluid kontrolliert zu verdrängen. Vorzugsweise wird das weitere Fluid anfänglich im Bereich der Drehachse auf das Substrat aufgebracht, um eine vollständige
30 Verdrängung des ersten Fluids zu gewährleisten.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die Behandlung mit dem weiteren Fluid durch Aufbringen eines weiteren Fluids in derselben Weise beendet, wie die Behandlung mit dem ersten Fluid beendet wurde.

- 5 Vorzugsweise ist das erste Fluid eine Reinigungs- oder Spülflüssigkeit. Vorzugsweise ist wenigstens ein weiteres Fluid einer Spülflüssigkeit und/oder ein die Oberflächenspannung des auf dem Substrat befindlichen Fluids verringerndes Fluid, um eine gleichmäßige Spülung und/oder Trocknung des Substrats zu erreichen.

10

Vorzugsweise erfolgt eine gleichzeitige Behandlung der Ober- und Unterseite des Substrats.

- Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

15

In den Zeichnungen zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf einen Trägerring mit Antrieb gemäß der vorliegenden Erfindung;
- 20 Fig. 2 eine schematische Schnittansicht eines Trägerrings mit Antrieb gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 3A und B Haltestifte gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- 25 Fig. 4A und B bewegbare Anschlagenelemente gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 5 eine Düsenanordnung für die Behandlung eines scheibenförmigen Substrats gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;
- 30 Fig. 6 eine Düsenanordnung für die Behandlung eines scheibenförmigen Substrats gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

- Fig. 7A bis D schematische Schnittansichten durch eine Reinigungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung während unterschiedlicher Behandlungsschritte;
- 5 Fig. 8A und B eine schematische Draufsicht auf eine Düsenanordnung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung sowie eine schematische Schnittansicht durch eine einzelne Düse entlang der Linie X-X in Fig. 8A.
- 10 Fig. 9A bis I schematische Schnittansichten durch eine Reinigungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung während unterschiedlicher Schritte bei einer Wafertrocknung;
- 15 Fig. 10A bis D eine Schnittansicht ähnlich der Fig. 9, welche Zwischenschritte zwischen den Fig. 9C und D zeigt;

Fig. 1 zeigt eine Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen Substratträger 1, zum Halten von scheibenförmigen Halbleiterwafern 3 in einer Vorrichtung zum Behandeln der Halbleiterwafer. Der Substratträger 1 weist einen ebenen Trägerring 5 mit einer Innenöffnung 6 auf. Dabei ist der Umfang der Öffnung 6 größer gewählt, als ein Außenumfang der Substrate 3.

Der Substratträger 1 weist ferner drei stationär am Trägerring 5 befestigte Auflageelemente 8 in der Form von Auflagestiften auf. Die Auflageelemente 8 erstrecken sich in den Bereich der Mittelöffnung 6, um in diesem Bereich eine Dreipunktauflage für die Substrate zu bilden. Dabei erstrecken sich die Auflageelemente 8 bezüglich des ebenen Trägerrings 5 nach oben, um die Dreipunktauflage bezüglich des Trägerrings 5 in einer senkrecht zur Ebene des Trägerrings 5 beabstandeten Ebene anzuordnen.

30

In Fig. 1 ist ferner eine Drehantriebsvorrichtung 10 zum Drehen Trägerrings 5 um eine sich senkrecht zum Trägerring 5 erstreckende Drehachse A vorgesehen. Der Drehantrieb 10 greift bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbei-

spiel seitlich, d.h. radial an dem Trägerring 5 an. Zum drehbaren Halten des Trägerrings 5 kann eine geeignete nicht näher dargestellte Lagervorrichtung vorgesehen sein.

- 5 Fig. 2 zeigt eine alternative Ausführungsform eines Substratträgers 1, wobei in Fig. 2 dieselben Bezugszeichen verwendet werden, sofern dieselben oder ähnliche Elemente bezeichnet werden.

Der Substratträger 1 gemäß Fig. 2 weist wiederum einen ebenen Trägerring 5 mit einer Innenöffnung 6 auf, die im Wesentlichen größer ist, als der Außen-
10 umfang der aufzunehmenden Substrate. Am Trägerring 5 sind wiederum Auflageelemente 8 vorgesehen, die eine oberhalb des Trägerrings 5 beabstandete Mehrpunktauflage bilden. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel erstrecken sich die Auflageelemente 8 sowohl schräg zur Drehachse A
15 sowie der Ebene des Trägerrings 5, um die Mehrpunktauflage oberhalb des Trägerrings 5 und im Bereich der Mittelöffnung 6 anzuordnen. Für den Trägerring 5 ist wiederum ein Drehantrieb 10 vorgesehen, der bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel an einer Unterseite des Trägerrings 5 angreift. Wiederum sind nicht dargestellte Lagerelemente zum drehbaren Halten des
20 Trägerrings 5 vorgesehen. Die Lagerelemente halten den Trägerring 5 vorzugsweise in einer im Wesentlichen horizontalen Ausrichtung in einer Vorrichtung zum Behandeln von Halbleiterwafern, wie nachfolgend noch näher beschrieben wird.

25 Die Auflageelemente 8 bilden, wie in Fig. 2 zu sehen ist, eine bezüglich der Horizontalen schräge Auflagefläche 12, die einerseits eine Zentrierung der Halbleiterwafer 3 vorsehen kann und andererseits einen möglichst freien Zugriff auf alle Bereiche einer Oberseite 14 sowie einer Unterseite 15 des Halbleiterwafers 3 ermöglicht. Der freie Zugriff auf die Unterseite 15 wird da-
30 durch ermöglicht, dass der Halbleiterwafer 3 im Wesentlichen ausschließlich mit einer unteren Umfangskante auf der schrägen Auflagefläche 12 des Auflagestifts 8 aufliegt.

Fig. 3 zeigt eine alternative Ausführungsform eines Auflageelements 8, das an einem Trägerelement 5 befestigt sein kann. In Fig. 3 werden dieselben Bezugszeichen verwendet, insofern dieselben oder ähnliche Elemente bezeichnet werden.

5

In Fig. 3 sind zwei Auflageelemente 8 dargestellt, wobei in Fig. 3A das Auflegen eines Halbleiterwafers 3 dargestellt ist, während in Fig. 3B der Halbleiterwafer 3 auf den Halteelementen 8 aufliegt. Die Halteelemente 8 können senkrecht oder wie in Fig. 2 dargestellt ist, schräg zur Drehachse A an dem Trägerring 5 angebracht sein. Die Auflageelemente 8 weisen Zentrierschrägen 17 auf, an denen ein darauf abgelegter Halbleiterwafer 3 entlang gleiten kann, um abschließend zentriert auf sich im Wesentlichen horizontal erstreckenden Auflageschultern 19 abgelegt zu werden. Bei dieser Ausführungsform des Auflageelements 8 wird die Randüberdeckung zwischen dem Auflageelement 8 und dem Halbleiterwafer 3 möglichst klein gehalten und liegt beispielsweise in einem Bereich von 0,5 - 1,5 mm vorzugsweise in einem Bereich von 1 mm. Die Auflageelemente 8 weisen ferner Anschlagflächen 20 auf, die eine seitliche Bewegung des Halbleiterwafers einschränken, wenn dieser wie in Fig. 3B gezeigt ist, auf den Auflageschultern 19 aufliegt. Die Anschlagflächen 20 weisen eine möglichst geringe Oberfläche auf, um zu verhindern, dass bei einer Drehung der Halbleiterwafer 3 darauf auftreffende Flüssigkeit in Richtung der Halbleiterwafer 3 zurückspritzt. Um ein gutes Abfließen von Flüssigkeiten in Radialrichtung zu ermöglichen, bildet die Anschlagfläche 20 die Spitze eines sich von der Anschlagfläche 20 weg erweiternden Querschnitts des Auflageelements 8 in diesem Bereich.

Fig. 4 zeigt eine alternative Vorrichtung zum Einschränken einer seitlichen Bewegung eines Halbleiterwafers 3 während einer Drehung des Trägerrings 5. Zur Vereinfachung der Darstellung sind die Auflageelemente 8 nur schematisch als Auflagen dargestellt. Ferner ist auch der Trägerring 5 in Fig. 4 nicht dargestellt. An dem Trägerring 5 sind jedoch neben den nur schematisch angedeuteten Auflageelementen 8 schwenkbare Rückhaltevorrichtungen 23 vorgesehen. In Fig. 4 sind zwei Rückhaltevorrichtungen dargestellt, wobei

30

jedoch vorzugsweise drei oder eine beliebige andere Anzahl vorgesehen sein können. Die Rückhaltevorrichtungen 23 weisen jeweils ein Schwenklager 25, ein Begrenzungs- oder Anschlagelement 27, einen Hebelarm 28 sowie ein Gewicht 30 auf. Das Schwenklager 25 ist in geeigneter Weise an dem Träger-
5 ring 5 angebracht, um ein Verschwenken des Begrenzungselements 27 in Richtung der Drehachse A des Trägerrings 5 zu ermöglichen. Fig. 4A zeigt die Position des Begrenzungselements 23 während einer Ruheposition, in der sich der Trägerring 5 nicht um die Drehachse A dreht. Fig. 4B zeigt die Position der Begrenzungselemente 23 während einer Drehung des Trägerring 5 um
10 die Drehachse A. In Folge der, durch die Drehung entstehenden Fliehkraft, wird das Gewicht 30 nach außen gedrückt, wodurch das Anschlagelement 27 in Richtung der Drehachse A bewegt wird. Dabei kommt das Anschlagelement 27 mit einem Außenumfang des auf den Auflageelementen 8 aufliegenden Halbleiterwafers 3 in Kontakt und verhindert eine seitliche Bewegung desselben.
15 Die Verwendung eines fliehkraftgeregelten Anschlags ist insbesondere in Verbindung mit schrägen Auflageflächen der Auflageelemente 8, wie beispielsweise in Fig. 2 gezeigt ist, von Vorteil, da die schrägen Auflageflächen nur eine begrenzte seitliche Haltekraft für die Halbleiterwafer 3 vorsehen.

20 Die unterschiedlichen Merkmale einzelner Elemente des oben beschriebenen Substratträger 1 können frei kombiniert oder ausgetauscht werden, sofern sie kompatibel sind.

Fig. 5 zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Düsenanordnung für eine
25 Vorrichtung zum Behandeln von scheibenförmigen Substraten gemäß der vorliegenden Erfindung. In Fig. 5 ist ein Halbleiterwafer 3 als das zu behandelnde Substrat gezeigt, der über eine geeignete Vorrichtung, wie beispielsweise den gemäß den Figuren 1 bis 4 beschriebenen Trägerring 1 um eine Drehachse A gedreht wird, wie durch den Pfeil B angezeigt ist.

30

Die in Fig. 5 dargestellte Düsenanordnung weist eine erste Gruppe 40 von Düsen 42a bis 42g auf. Die Düsen 42a bis 42g der ersten Düsengruppe 40 erstrecken sich auf einer sich radial zur Drehachse A angeordneten Geraden.

Dabei sind die Düsen 42a bis 42g mit unterschiedlichen Abständen zur Drehachse A angeordnet, wobei die Düse 42a am nächsten an der Drehachse A liegt und die Düse 42g am weitesten von der Drehachse entfernt ist.

- 5 Natürlich kann auch je nach Größe des zu behandelnden Halbleiterwafers 3 oder sonstigen Anforderungen an die Behandlungsvorrichtung eine unterschiedliche Anzahl von Düsen für die erste Düsengruppe 40 gewählt werden. Auch ist es nicht notwendig, dass die Düsen 40 auf einer gemeinsamen Geraden angeordnet sind.

10

Die Düsen 42a bis 42g stehen über eine nicht dargestellte Gemeinschaftsleitung mit einer nicht dargestellten gemeinsamen Fluidversorgung in Verbindung. Aufgrund der Drehung des Halbleiterwafers 3 können die Düsen 42a bis 42g daher ein Fluid auf unterschiedlichen sich konzentrisch um die Drehachse A erstreckenden Ringen auf den Wafer 3 aufbringen. Dabei ist es möglich, dass über die gemeinsame Fluidversorgung nacheinander unterschiedliche Fluide, wie beispielsweise ein Reinigungs- und ein Spülfluid und/oder Fluidmischungen bereitgestellt werden. Natürlich ist es auch möglich, dass die Düsen 42a bis 42g jeweils über einzelne Leitungen mit einer gemeinsamen Fluidversorgung bzw. jeweils einzelnen Fluidversorgungen in Verbindung stehen. Auch ist es möglich, die Düsen 42a bis 42g der ersten Gruppe 40 von Düsen in Untergruppen aufzuteilen und jeweils die Düsen der Untergruppen mit einer Gemeinschaftsleitung bzw. einer gemeinsamen Fluidversorgung zu verbinden.

15

20

25

30

Die Düsen 42a bis 42g sind jeweils einzeln oder in Untergruppen ansteuerbar. Beispielsweise können die Düsen einzeln oder in Untergruppen selektiv ein- oder ausgeschaltet werden. Zusätzlich oder alternativ ist es möglich, die Durchflußmenge durch jede einzelne Düse bzw. Düsenuntergruppe und/oder den Öffnungs- bzw. Sprühwinkel einer Düse oder der Düsen einer Untergruppe zu steuern. Über die Durchflußmenge lassen sich beispielsweise Konzentrationsunterschiede auf der Waferoberfläche einstellen. Über den Öffnungs- bzw. Sprühwinkel lassen sich unterschiedliche Strahlformen wie zum Beispiel ein (Voll-)Kegel-, Fächer- oder Punktstrahl einstellen, um gezielte Prozeßan-

forderungen zu erfüllen. Für die Ansteuerung der Düsen ist eine nicht dargestellte Steuereinheit vorgesehen.

Die Düsenanordnung gemäß Fig. 5 weist ferner eine zweite Düsengruppe 44 mit Düsen 46a bis 46e auf. Die Düsen 46a bis 46e der zweiten Düsengruppe 44 sind auf derselben Geraden angeordnet, wie die Düsen 42a bis 42g der ersten Gruppe 40 an Düsen jedoch auf einer entgegengesetzten Seite bezüglich der Drehachse A. Die Düsen 46a bis 46e sind wiederum mit unterschiedlichen Abständen bezüglich der Drehachse A angeordnet, wobei die Düse 46a am nächsten an der Drehachse A liegt und die Düse 46e am weitestens hiervon entfernt ist. In Kombination mit der Drehbewegung des Wafers 3 ist über die zweite Düsengruppe 44 ein Fluid in konzentrischen Ringen auf den Wafer 3 aufbringbar, wobei das Fluid beispielsweise eine Spülflüssigkeit wie DI-Wasser ist.

Die Düsen 46a bis 46e der zweiten Düsengruppe sind in ähnlicher Weise wie die Düsen der ersten Düsengruppe 40 mit einer Fluidversorgung verbunden. Ferner sind die Düsen der zweiten Düsengruppe jeweils einzeln oder in Untergruppen ansteuerbar, und zwar in gleicher Weise wie die Düsen der ersten Düsengruppe 40.

Die Düsenanordnung gemäß Fig. 5 weist zusätzlich eine dritte Düsengruppe 48 mit Düsen 50a bis 50e auf. Die Düsen 50a bis 50e sind auf derselben Geraden wie die Düsen 46a bis 46e der zweiten Düsengruppe 44 angeordnet, wobei sich die Düsen der ersten und zweiten Düsengruppen 44, 48 auf der Geraden abwechseln.

Über die Düsen der dritten Düsengruppe 48 ist wiederum ein Fluid, insbesondere ein Trocknungsfluid auf den Wafer 3 aufbringbar. Das Trocknungsfluid ist insbesondere ein die Oberflächenspannung eines sich auf dem Wafer befindlichen Fluids verringerndes Fluid, wie beispielsweise IPA (Isopropylalkohol). Die Düsen 50a bis 50e der dritten Düsengruppe 48 sind in gleicher Weise wie die der ersten oder zweiten Düsengruppe 40, 44 mit einer Fluidversorgung

verbunden. Darüber hinaus sind die Düsen 50a bis 50e der dritten Düsen-
gruppen 48 in ähnlicher Weise wie die Düsen der ersten bzw. zweiten Düsen-
gruppe 40, 44 einzeln oder in Untergruppen ansteuerbar.

- 5 Die Düsenanordnung gemäß Fig. 5 weist ferner eine Zentrumsdüse 52 auf,
die auf der Drehachse A angeordnet ist. Über die Zentrumsdüse 52 sind un-
terschiedliche Fluide, insbesondere die durch die drei Düsengruppen 40, 44,
48 aufbringbaren Fluide auf den Wafer aufbringbar. Die Zentrumsdüse weist
10 Zuleitungen für die unterschiedlichen Fluide auf, um ein Vermischen der Flui-
de in den Zuleitungen zu verhindern. Wenn eine Vermischung von Fluide nicht
schädlich ist, können auch unterschiedliche Fluide über eine gemeinsame Zu-
leitung zur Zentrumsdüse 52 geleitet werden. Obwohl die in Fig. 5 dargestellte
Düsengruppe als oberhalb des Wafers 3 liegend beschrieben wurde, kann die
15 Düsenanordnung in gleicher Weise auch unterhalb eines Wafers 3 angeordnet
sein. Natürlich können entsprechende Düsengruppen auch oberhalb und un-
terhalb eines Wafers 3 angeordnet sein, um eine gleichzeitige Behandlung der
entgegengesetzten Oberflächen des Wafers 3 zu erlauben. Die Düsen der
jeweiligen Gruppen sowie die Zentrumsdüse können entlang der Drehachse
20 Düsen einzeln, in Gruppen oder gemeinsam bewegt werden.

- Nachfolgend wird kurz die Funktion der Behandlungsvorrichtung gemäß Fig. 5
beschrieben. Zunächst wird der Wafer 3 über eine nicht näher dargestellte
25 Vorrichtung um die Drehachse A gedreht, wie durch den Pfeil B angedeutet
ist. Anschließend wird über die Zentrumsdüse 52 sowie die erste Düsengrup-
pe 40 eine Behandlungsflüssigkeit, wie zum Beispiel eine Behandlungsflüs-
sigkeit, auf den sich drehenden Wafer aufgebracht. Die Behandlungsflüssig-
keit wird in sich konzentrisch erstreckenden Ringbereichen auf den Wafer 3
aufgebracht. Infolge der durch die Drehung entstehenden Fliehkraft strömt die
30 Flüssigkeit nach außen ab und wird von der Waferoberfläche nach außen ab-
geschleudert. Nach einer vorgegebenen Behandlungszeit wird zunächst die
Zentrumsdüse 52 auf eine Spülflüssigkeit umgestellt, d.h. statt einer Behan-
dlungsflüssigkeit wird nun über die Zentrumsdüse 52 eine Spülflüssigkeit auf

den Wafer 3 geleitet. Die Spülflüssigkeit verdrängt im Bereich der Zentrumsdüse 5 die auf den Wafer befindliche Behandlungsflüssigkeit. Nacheinander werden nun die Düsen 42a bis 42g abgeschaltet, um eine gleichmäßige Verdrängung der Behandlungsflüssigkeit zu erreichen. Alternativ ist es auch möglich, die Düsen 42a bis 42g sequentiell von der Einleitung einer Behandlungsflüssigkeit auf die Einleitung einer Spülflüssigkeit umzustellen, um eine gleichmäßige Verdrängung der Behandlungsflüssigkeit von innen nach außen zu erreichen. Zusätzlich oder alternativ wird über die Düsen der zweiten oder dritten Düsengruppe 44, 48 zusätzlich Spülflüssigkeit auf den Wafer geleitet, wobei die Düsen jeweils sequentiell von innen nach außen zugeschaltet werden, und zwar entsprechend der Abschaltung der Düsen 42a bis 42g der ersten Düsengruppe. Hierdurch soll erreicht werden, dass die Düse über die Spülflüssigkeit eingeleitet wird, näher an der Drehachse A liegt, als die am weitesten innenliegende Düse der ersten Düsengruppe, über die eine Behandlungsflüssigkeit auf den Wafer geleitet wird. Dies ermöglicht eine gute und gleichmäßige Verdrängung der Behandlungsflüssigkeit nach außen.

Nachdem die Behandlungsflüssigkeit vollständig verdrängt und der Wafer 3 ausreichend gespült ist, wird nun über die Zentrumsdüse 52 ein Trocknungsfluid auf die Oberfläche des Wafers 3 geleitet. Das Trocknungsfluid ist beispielsweise eine IPA-Stickstoffmischung (IPA=Isopropylalkohol), die die Oberflächenspannung des auf dem Wafer befindlichen Spülfluids an einer Grenzfläche dazwischen verringert und somit ein gutes Abtrocknen des Wafers erlaubt. Die Trocknungswirkung geht von der Drehachse A aus und breitet sich radial nach außen aus. Die das Spülfluid einleitenden Düsen werden von der Drehachse weg, d.h. von innen nach außen abgeschaltet. Als Beispiel nehmen wir an, dass Spülfluid über die zweite Düsengruppe 44 auf die Oberfläche des Wafers 3 eingeleitet wurde, d.h. es wird zunächst als erstes die Düse 46a abgeschaltet und anschließend die Düse 46b usw. Nachdem die Düse 46a abgeschaltet wurde, wird beispielsweise über eine bezüglich der Düse 46b innenliegende Düse, wie beispielsweise die Düse 50a ebenfalls Trocknungsfluid eingeleitet, um die gleichmäßige, sich radial ausbreitende Trocknung des Wafers zu unterstützen.

Der obige Funktionsablauf stellt nur einen der vielen möglichen Funktionsabläufe dar, da die jeweiligen Düsen der einzelnen Düsengruppen 40, 44, 48 jeweils einzeln ansteuerbar sind. Es ist daher beispielsweise nicht notwendig, bei einer Reinigung des Wafers alle Düsen der ersten Düsengruppe, wie es beispielsweise in Fig. 7A gezeigt ist, einzusetzen. Für eine selektive Randreinigung können beispielsweise nur die äußeren Düsen eingesetzt werden, wie in Fig. 7B dargestellt ist. Ferner ist auch eine flächige Reinigung über eine einzelne der Düsen der ersten Düsengruppe 40 denkbar, indem der Öffnungs- oder Sprühwinkel der Düse verändert wird, wie in Fig. 7C angedeutet ist. Auch ist es möglich, dass beispielsweise die Zentrumsdüse allein ein Fluid, wie beispielsweise ein Spülfluid auf im Wesentlichen die gesamte Oberfläche des Wafers 3 aufbringt, wie beispielsweise in Fig. 7D angedeutet ist.

Fig. 6 zeigt eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Düsenanordnung. Bei der Beschreibung der Fig. 6 werden dieselben Bezugszeichen wie in Fig. 5 verwendet, sofern ähnliche oder identische Elemente bezeichnet werden. Fig. 6 zeigt einen Halbleiterwafer 3, der wie durch den Pfeil B angezeigt ist, um eine Drehachse A drehbar ist. Die Düsenanordnung weist eine erste Düsengruppe 40 mit einer Vielzahl von Düsen auf, die im Wesentlichen der erste Düsengruppe gemäß Fig. 5 entspricht. Die Düsenanordnung weist ferner zweite und dritte Düsengruppen 44, 48 mit einer Vielzahl von Düsen auf, und zwar im Wesentlichen entsprechend den zweiten und dritten Düsengruppen 44, 48 gemäß Fig. 5. Bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel weisen die Düsengruppen 44, 48 jedoch jeweils sieben statt fünf Düsen auf. Darüber hinaus liegen die Düsen der zweiten und dritten Düsengruppen 44, 48 nicht auf einer gemeinsamen Geraden, vielmehr liegen die Düsen auf zueinander versetzten parallelen Geraden. Diese versetzte Anordnung ermöglicht auch die Anordnung mehrerer Düsen entlang der jeweiligen Geraden. Dabei sind die Düsen der Düsengruppen 44, 48 jeweils mit unterschiedlichen Abständen zur Drehachse A angeordnet. Auf einer Abstandslinie ausgehend von der Drehachse A aus wechseln sich die Düsen der zweiten

und dritten Düsengruppe 44, 48 jeweils ab. Dies gilt darüber hinaus auch bezüglich der ersten Düsengruppe 40.

Die Düsenanordnung weist wiederum eine Zentrumsdüse 52 auf. Die Funktionsweise der Düsenanordnung gemäß Fig. 6 entspricht im Wesentlichen der Funktionsweise der Düsenanordnung gemäß Fig. 5.

Fig. 8 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Düsenanordnung. Bei der Beschreibung der Fig. 8 werden dieselben Bezugszeichen wie bei Fig. 5 oder 6 verwendet, sofern dieselben oder ähnliche Elemente bezeichnet sind.

Ein Halbleiterwafer 3 ist unterhalb der Düsenanordnung angeordnet und durch eine nicht näher dargestellte Vorrichtung um eine Drehachse A drehbar, wie durch den Pfeil B angedeutet ist. Die Düsenanordnung weist eine erste Düsengruppe 60 sowie eine zweite Düsengruppe 62 auf, die entlang einer sich durch die Drehachse A erstreckenden Geraden angeordnet sind. Wie die zweiten und dritten Düsengruppen gemäß Fig. 5 wechseln sich die jeweiligen Düsen der Düsengruppen 60, 62 entlang der Geraden X-X ab. Die Düsengruppen 60, 62 werden in gleicher Weise wie die zweiten und dritten Düsengruppen 44, 48 gemäß Fig. 5 mit Fluid versorgt und angesteuert. Wiederum ist eine Zentrumsdüse 52 vorgesehen, die auf der Drehachse A liegt. Somit gleicht die Düsenanordnung gemäß Fig. 8 im Wesentlichen der Düsenanordnung gemäß Fig. 5, wobei jedoch die erste Düsengruppe 40 gemäß Fig. 5 entfällt.

Fig. 8B zeigt einen Schnitt durch eine Düse 64 der ersten Düsengruppe 60 entlang der Linie X-X in Fig. 8A. Wie in der Schnittansicht zu erkennen ist, ist die Düse bezüglich der Drehachse A geneigt, und zwar derart, dass ein von der Düse 64 ausgehender Fluidstrahl von der Drehachse A weggerichtet ist. Hierdurch wird die Verdrängung eines sich auf dem Substrat 3 befindlichen Fluids noch gefördert, da der Strahl 66 in Verdrängungsrichtung weist. Darüber hinaus kann die Düse 64 auch entlang der Linie Y-Y in Fig. 8A geneigt sein, um eine tangential Komponente des Düsenstrahls bezüglich eines zur

Drehachse A konzentrischen Bereichs auf dem Substrat 3 vorzusehen. Eine derartige Neigung der Düse kann bei allen Düsen der unterschiedlichen Düsengruppen aller Ausführungsbeispiele vorgesehen sein, wobei sich die Neigung zwischen den Düsengruppen und/oder den einzelnen Düsen unterscheiden kann. Ferner ist es möglich die Düsen derart beweglich auszubilden, dass der Winkel der Düsen einzeln und/oder in Gruppen veränderbar ist.

Anhand der Figuren 9A bis 9H wird nun eine Spülung und Trocknung eines Halbleiterwafers beschrieben. In Fig. 9 werden dieselben Bezugszeichen wie bei vorhergehenden Figuren verwendet, sofern dieselben oder äquivalente Elemente beschrieben werden.

Fig. 9A zeigt eine Behandlungsvorrichtung 70 für Halbleiterwafer 3. Die Vorrichtung 70 weist ein, eine Behandlungskammer 72 bildendes Gehäuse, mit einer oberen Wand 74, einer unteren Wand 76 sowie Seitenwänden 78 auf. Das Gehäuse weist eine geeignete Öffnung zum Einführen des Halbleiterwafers 3 auf, die jedoch nicht näher dargestellt ist. Innerhalb der Kammer 72 ist ein Substratträger 1 mit einem Trägerring 5 vorgesehen. Am Trägerring 5 sind wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 Auflageelemente 8 vorgesehen, um einen Halbleiterwafer 3 oberhalb einer durch das Trägerring 5 gebildeten Ebene zu halten. An der oberen Wand 74 sowie der unteren Wand 76 sind jeweils erste und zweite in die Kammer 72 gerichtete Düsengruppen 80, 82 vorgesehen. Die Düsengruppen sind wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 8 auf einer gemeinsamen Geraden angeordnet und die Düsen der jeweiligen Düsengruppen wechseln sich ab. Die Düsen der ersten Düsengruppe 80 sind in Fig. 9 mit 80a bis 80f versehen, da die Düsengruppe 80 sechs Düsen aufweist. Die Düsen der zweiten Düsengruppe 82 sind mit 82a bis 82f bezeichnet.

Zur Behandlung des Halbleiterwafers 3 wird dieser zunächst über den Substratträger 1 um eine nicht eingezeichnete Mittelachse gedreht. Über die Düsen 80a und 80b der ersten Düsengruppe 80 wird ein Spülfluid 88, wie beispielsweise DI-Wasser auf die Ober- und Unterseite des Wafers 3 geleitet.

Infolge der Zentrifugalkraft wird das Spülfluid über die Oberflächen des Wafer 3 nach außen geschleudert und deckt somit die gesamte Ober- und Unterseite des Wafers 3 ab, wie deutlich in Fig. 9A zu erkennen ist.

- 5 Nach einer bestimmten Spülzeit wird, wie in Fig. 9B zu erkennen ist, über die Zentrumsdüse 52 ein Trocknungsfluid im Bereich der Drehachse auf die Ober- und Unterseite des Wafers 3 aufgebracht. Das Trocknungsfluid 90 ist beispielsweise ein die Oberflächenspannung des Spülfluids 88 verringerndes Fluid. Hierdurch kommt es zu einem zentrischen Abtrocknen des Wafers. Anschließend wird die Düse 80a der ersten Düsengruppe 80 abgeschaltet und
10 die Düse 80c zugeschaltet, so dass nunmehr Spülfluid über die Düsen 80b und 80c auf die Ober- und Unterseite des Wafers geleitet wird, wie in Fig. 9C zu erkennen ist. Ferner wird nunmehr über die Düse 82a der zweiten Düsengruppe 82 das Trocknungsfluid 90 auf die Ober- und Unterseite des Wafers 3
15 geleitet, um eine radiale Ausdehnung des zentrischen Trocknungsbereichs vorzusehen. Wie in den Figuren 9D bis 9F zu erkennen ist, werden sequentiell jeweils die innerste (d.h. am nächsten an der Drehachse liegende) Düse der ersten Düsengruppe 80 abgeschaltet und eine weiter außen liegende Düse zugeschaltet, um das Spülfluid auf die Ober- und Unterseite des Wafer 3 zu
20 leiten. In gleicher Weise wird jeweils eine weiter von der Drehachse entfernte Düse der zweiten Düsengruppe 82 dazu verwendet, das Trocknungsfluid 90 auf die Ober- und Unterseite des Wafers 3 zu leiten, um einen sich radial ausdehnenden Trocknungsbereich vorzusehen. Bei der Ansicht gemäß Fig. 9F wird über die zwei äußersten Düsen 80e und 80f der ersten Düsengruppe
25 80 Spülfluid 88 auf die Ober- und Unterseite des Wafers 3 aufgebracht. Wenn nun die Düse 80e abgeschaltet wird, wird keine zusätzliche Düse zugeschaltet, so dass das Spülfluid 88 ausschließlich über die äußerste Düse 80f auf den Wafer 3 geleitet wird, wie in Fig. 9G zu sehen ist. Wie in Fig. 9G ferner zu sehen ist, wird über die bezüglich der Düse 80f innenliegende Düsen 82e der
30 zweiten Düsengruppe 82 weiterhin Trocknungsfluid auf den Wafer 3 geleitet. Nach dem Abschalten der letzten Düse 80f der ersten Düsengruppe 80 wird Trocknungsfluid über die äußerste Düse 82f auf den Wafer 3 geleitet, wie in Fig. 9H zu sehen ist. Hierdurch wird eine vollständige Trocknung des Wafers

auch im Randbereich des Wafers sichergestellt. Fig. 9 zeigt die Vorrichtung 70 nach Beendigung der Trocknung des Wafers 3. Der Wafer 3 ist vollständig abgetrocknet. Alle Düsen befinden sich in einem abgeschalteten Zustand und der Wafer 3 kann nunmehr über eine nicht dargestellte Handhabungsvorrichtung entnommen werden.

Anhand der Figuren 10a bis 10d wird nachfolgend die Schaltsequenz der einzelnen Düsen der Vorrichtung 70 zwischen den Ansichten gemäß Fig. 9C und Fig. 9D erklärt. Fig. 10A entspricht der Fig. 9C während Fig. 10D der Fig. 9D entspricht. Die Figuren 10B und 10C stellen Zwischenschritte dar. Wie in Fig. 10A zu erkennen ist, wird über die Düsen 80B und 80C Spülfluid 88 auf die Ober- und Unterseite eines sich drehenden Wafers 3 aufgebracht. Trocknungsfluid wird über die Düse 82A auf den Wafer 3 aufgebracht. Alle anderen Düsen befinden sich in einem abgeschalteten Zustand.

Als nächstes wird, wie in Fig. 10B gezeigt ist, die Düse 80d der ersten Düsen-
gruppe 80 zugeschaltet. Somit wird nun über die Düsen 80b, 80c und 80d
Spülfluid 88 auf den Wafer 3 geleitet. Trocknungsfluid wird weiterhin über die
Düse 82a auf den Wafer 3 geleitet. Anschließend wird, wie in Fig. 10C zu se-
hen ist, die Düse 80b abgeschaltet, so dass das Spülfluid nur noch über die
Düsen 80c und 80d auf den Wafer 3 geleitet wird. Trocknungsfluid wird wei-
terhin über die Düse 82a auf den Wafer 3 geleitet, um zunächst eine Trock-
nung radial außerhalb des Aufbringbereichs der Düse 82b zu erreichen. Ab-
schließend wird die Düse 82a geschlossen und die Düse 82b geöffnet, um die
in Fig. 10D gezeigte Trocknungssituation zu erhalten. Durch die dargestellte
Schaltsequenz wird eine gleichmäßige Trocknung von der Mitte des Substrats
nach außen hin erreicht. Natürlich ist auch jede andere geeignete Schaltse-
quenz einsetzbar. Statt der Verwendung eines Spülfluids 88 kann natürlich
auch ein weiteres Behandlungsfluid oder ein Trocknungsfluid eingesetzt wer-
den.

Die Erfindung wurde zuvor anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele be-
schrieben, ohne auf die konkret dargestellten Ausführungsbeispiele be-

schränkt zu sein. Insbesondere sind unterschiedliche Anzahlen von Düsen innerhalb der jeweiligen Düsengruppen denkbar. Auch ist es nicht notwendig, dass die Düsen der jeweiligen Düsengruppen auf einer Geraden angeordnet sind. Sollten die Düsen der jeweiligen Düsengruppen auf Geraden angeordnet sein, ist es nicht notwendig, dass sie auf gemeinsamen oder parallelen Geraden angeordnet sind. Vielmehr können sich die Geraden der jeweiligen Düsengruppen unter einem beliebigen Winkel schneiden. Natürlich ist die erfindungsgemäße Vorrichtung auch nicht auf die Behandlung von Halbleiterwafern beschränkt. Vielmehr können beliebige scheibenförmige Substrate, wie beispielsweise Masken für die Halbleiterherstellung etc. in der erfindungsgemäßen Vorrichtung behandelt werden. Erfindungsgemäß kann die erfindungsgemäße Behandlungsvorrichtung mit einer einzelnen Düsengruppe auskommen, wobei die einzelnen Düsen der Düsengruppe mit gleichen und/oder unterschiedlichen Fluids beaufschlagbar sind. Statt einer von den Düsengruppen separaten Zentrumsdüse kann auch eine auf die Drehmitte des Substrats gerichtete Düse einer oder mehrerer der Düsengruppen vorgesehen sein. Unterschiedliche Merkmale der alternativen Düsenanordnungen können miteinander kombiniert werden, sofern sie kompatibel sind. Die Düsenanordnungen können insbesondere vorteilhaft mit dem drehbaren Substratträger eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Behandeln von scheibenförmigen Substraten, insbesondere Halbleiterwafern, mit einer Vorrichtung zum Drehen der Substrate
5 (3) um eine Drehachse (A) und wenigstens einer ersten Gruppe (40; 60; 80) von Düsen, bei der die Düsen unterschiedliche Abstände zur Drehachse (A) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen einzeln oder in Untergruppen ansteuerbar sind.
- 10 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch wenigstens eine weitere Gruppe (44, 48; 62; 82) von Düsen, bei der die Düsen unterschiedliche Abstände zur Drehachse (A) aufweisen.
- 15 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen der weiteren Gruppe (44, 48; 62; 82) einzeln oder in Untergruppen ansteuerbar sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass drei
20 Gruppen (40, 44, 48) vorgesehen sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass Düsen wenigstens einer weiteren Gruppe (44, 48; 62; 82) hinsichtlich des Abstandes zur Drehachse (A) versetzt zu den Düsen der ersten Gruppe (40; 60; 80) angeordnet sind.
25
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Düsen wenigstens einer Gruppe (40, 44, 48; 60, 62; 80, auf einer sich radial zur Drehachse (A) erstreckenden Geraden angeordnet sind.
- 30 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dass die Düsen wenigstens zweier Gruppen (44, 48; 60, 62; 80, 82) auf einer gemeinsamen Geraden liegen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen einer Gruppe (44, 48; 60, 62; 80, 82) zwischen den Düsen der anderen Gruppe (48, 44; 62, 60; 82, 80) liegen.
- 5 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen wenigstens einer Gruppe (40, 44, 48; 60, 62; 80, 82) über eine gemeinsamen Fluidversorgungseinheit mit Fluid beaufschlagbar sind.
- 10 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen wenigstens einer Gruppe (40, 44, 48; 60, 62; 80, 82) über eine gemeinsame Druckleitung mit Fluid beaufschlagbar sind.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen wenigstens einer Gruppe (40, 44, 48; 60, 62; 80, 82) mit unterschiedlichen Fluids beaufschlagbar sind.
- 15 12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen wenigstens einer Gruppe einzeln oder in Untergruppen zu- und abschaltbar sind.
- 20 13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Form des Düsenstrahls und/oder die Durchflussmenge wenigstens eine Düse wenigstens einer Gruppe (40, 44, 48; 60, 62; 80, 82) veränderbar ist.
- 25 14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Düse (52) auf bzw. im Bereich der Drehachse (A) angeordnet ist.
- 30 15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse (52) mit unterschiedlichen Fluids beaufschlagbar ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch wenigstens zwei getrennte Zuleitungen für unterschiedliche Fluids.
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils wenigstens eine Gruppe (40, 44, 48; 60, 62; 80, 82) von Düsen oberhalb und unterhalb des Substrats vorgesehen ist.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche in Kombination mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 43.
19. Verfahren zum Behandeln von scheibenförmigen Substraten, insbesondere Halbleiterwafern, bei dem die Substrate um eine im wesentlichen senkrecht zur Ebene der Substrate angeordnete Drehachse gedreht werden und über wenigstens eine erste Gruppe von Düsen, die unterschiedliche Abstände zur Drehachse aufweisen, ein erstes Fluid aufgebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen einzeln oder in Untergruppen angesteuert werden, um eine selektive Behandlung von Oberflächenbereichen des Substrats zu erreichen.
20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass zum Beenden der Behandlung mit dem ersten Fluid über wenigstens eine Düse wenigstens ein weiteres Fluid auf das Substrat geleitet wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das weitere Fluid über wenigstens eine Düse wenigstens einer weiteren Gruppe von Düsen auf das Substrat geleitet wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass das weitere Fluid über eine Düse aufgebracht wird, die näher an der Drehachse liegt als eine Düse über die das erste Fluid auf das Substrat aufgebracht wird, um das erste Fluid nach außen zu verdrängen.

23. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Fluid aufbringende Düsen sequentiell von der Drehachse weg abgeschaltet oder auf das Aufbringen des zweiten Fluids umgeschaltet werden.
- 5 24. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass das weitere Fluid aufbringende Düsen sequentiell von der Drehachse weg zugeschaltet werden.
- 10 25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass das weitere Fluid anfänglich im Bereich der Drehachse auf das Substrat aufgebracht wird.
- 15 26. Verfahren nach einem der Ansprüche einem der Ansprüche 19 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Behandlung mit dem weiteren Fluid durch aufbringen eines noch weiteren Fluids in derselben Weise beendet wird, wie die Behandlung mit dem ersten Fluid.
- 20 27. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Fluid eine Behandlungs-, Reinigungs- oder Spülflüssigkeit ist.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein weiteres Fluid eine Spülflüssigkeit ist.
- 25 29. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein weiteres Fluid ein die Oberflächenspannung des auf dem Substrat befindlichen Fluids verringerndes Fluid ist.
- 30 30. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 29, gekennzeichnet durch eine gleichzeitige Behandlung der Ober- und Unterseite des Substrats.
31. Vorrichtung zum Behandeln von scheibenförmigen Substraten (3), insbesondere Halbleiterwafern, mit einem im Wesentlichen ebenen Trägerring

(5), der über eine Drehvorrichtung in der Ebene um eine Drehachse (A) drehbar ist, gekennzeichnet durch wenigstens drei sich aus der Ebene des Trägerrings (5) heraus erstreckende Auflageelemente (8), die beabstandet zur Ebene des Trägerrings (5) eine Mehrpunktauflage für das Substrat (3) bilden.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass Auflageflächen der Auflageelemente (8) auf einer Umfangskontur des Substrats (3) angeordnet sind.

33. Vorrichtung nach Anspruch 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Auflageelemente in den Bereich einer Mittelöffnung (6) des Trägerrings (5) erstrecken.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Auflageelemente (8) vom Innenumfang des Trägerrings (5) aus erstrecken.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Auflageelemente (8) schräg zur Ebene des Trägerrings (5) erstrecken.

36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Auflageflächen (12) der Auflageelemente (8) zur Ebene des Trägerrings (5) geneigt sind.

37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 36, gekennzeichnet durch wenigstens zwei sich im wesentlichen senkrecht zur Ebene des Trägerrings (5) erstreckende Anschlagflächen (20) zum Begrenzen einer seitlichen Bewegung des Substrats (3).

38. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlagflächen (20) an den Auflageelementen (8) ausgebildet sind.

39. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlagflächen an separat von den Auflageelementen (8) vorgesehenen Anschlagelementen (27) vorgesehen sind.

5

40. Vorrichtung nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlagelemente (27) beweglich am Trägerring (5) angebracht und zwischen einer freien und einer das Substrat (3) kontaktierenden Position bewegbar sind.

10

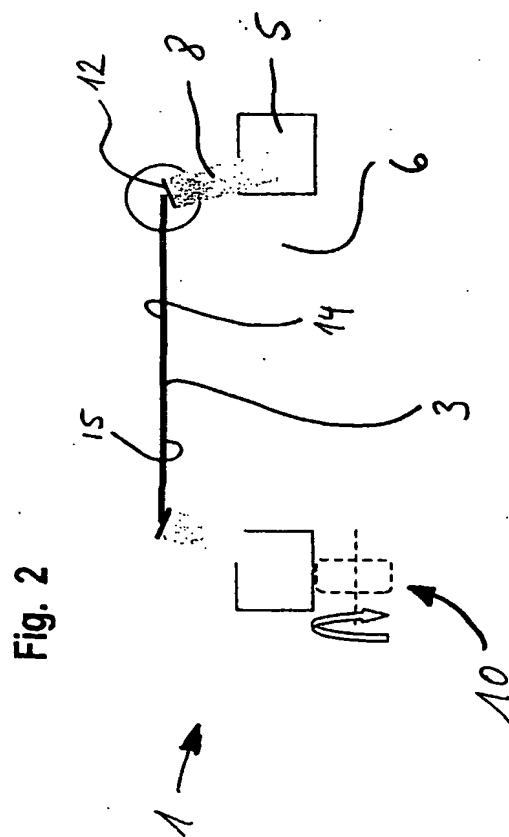
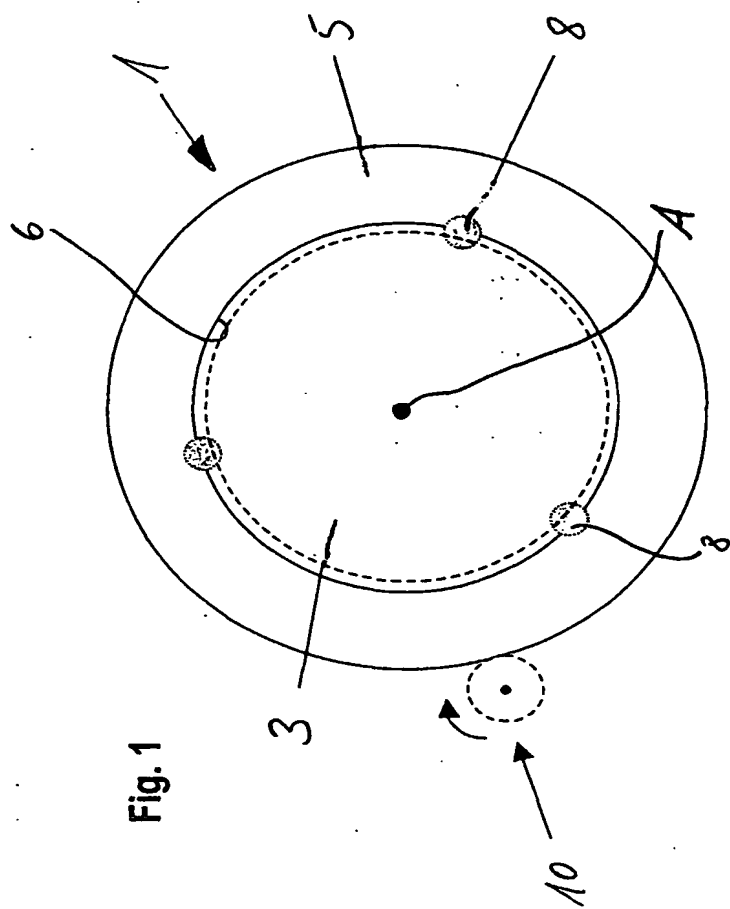
41. Vorrichtung nach Anspruch 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlagelemente (27) durch eine Drehbewegung des Trägerrings (5) in Kontakt mit dem Substrat (3) bewegbar sind.

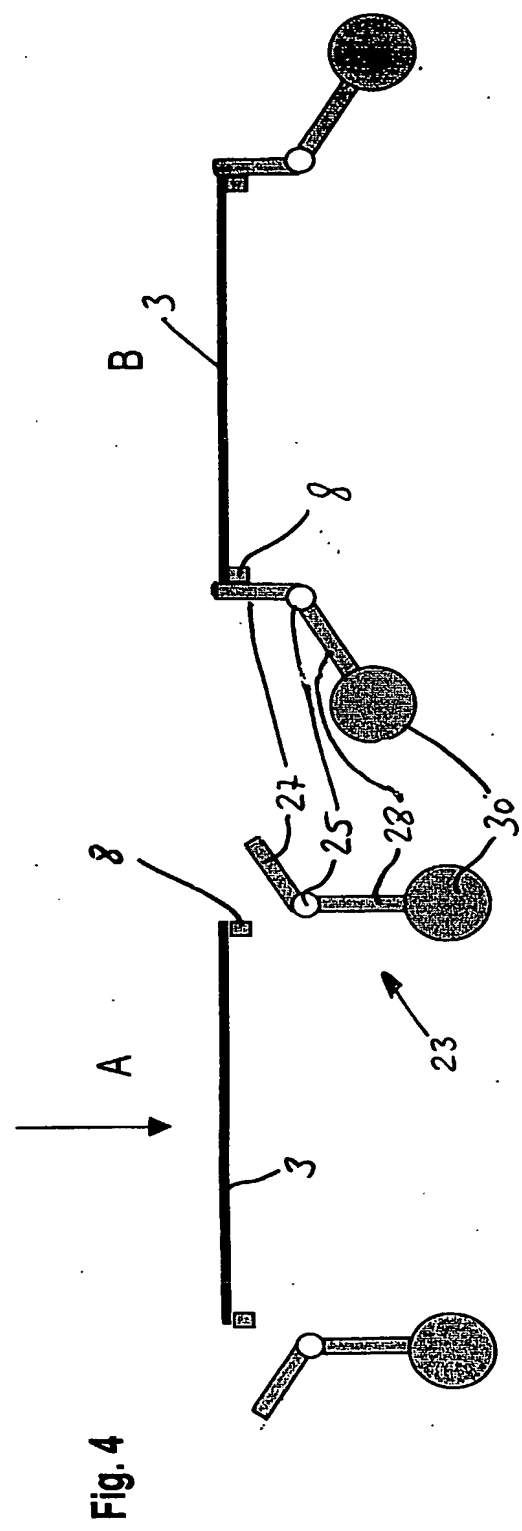
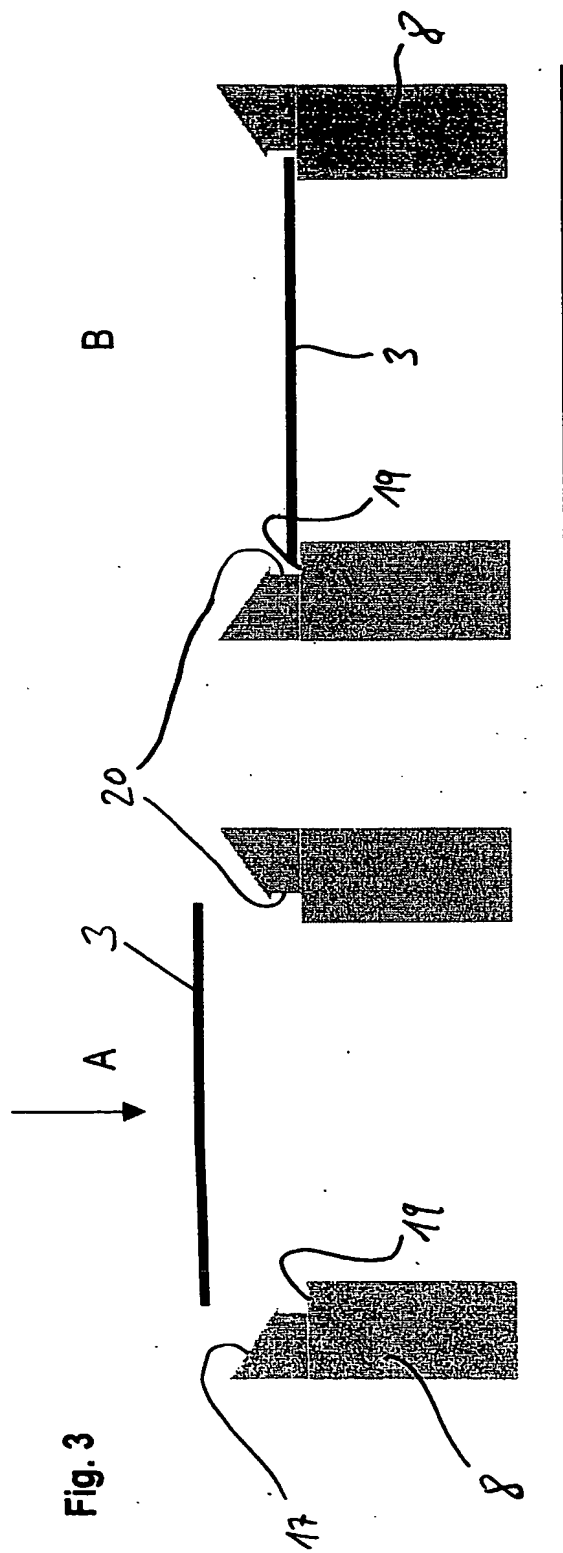
15

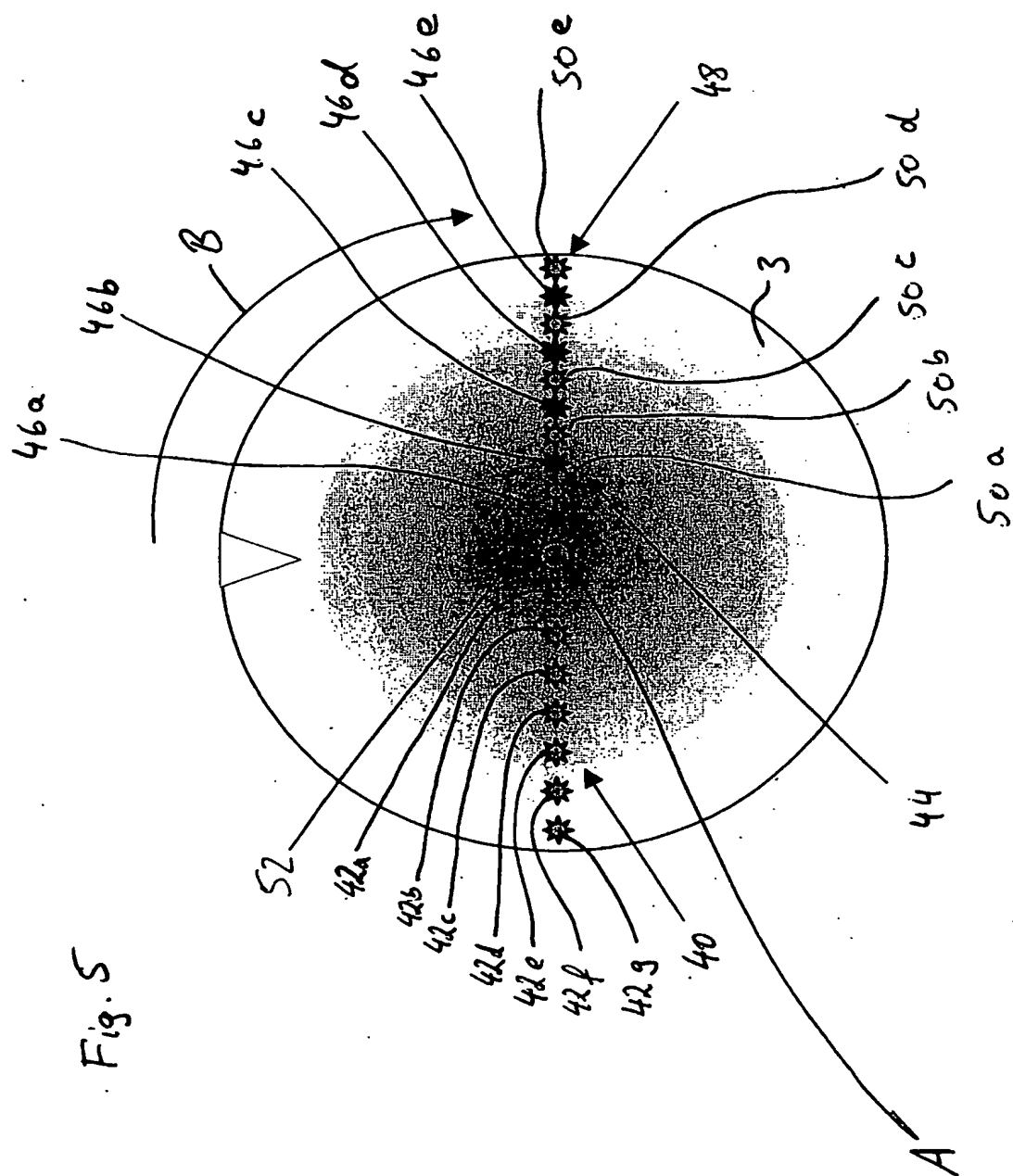
42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 37 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlagelemente (27) einen sich von den Anschlagflächen im Wesentlichen V-förmig erweiternden Querschnitt aufweisen.

20

43. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass der Trägerring (5) und die damit assoziierte Drehvorrichtung unterhalb der Auflageflächen der Auflageelemente (8) liegt.







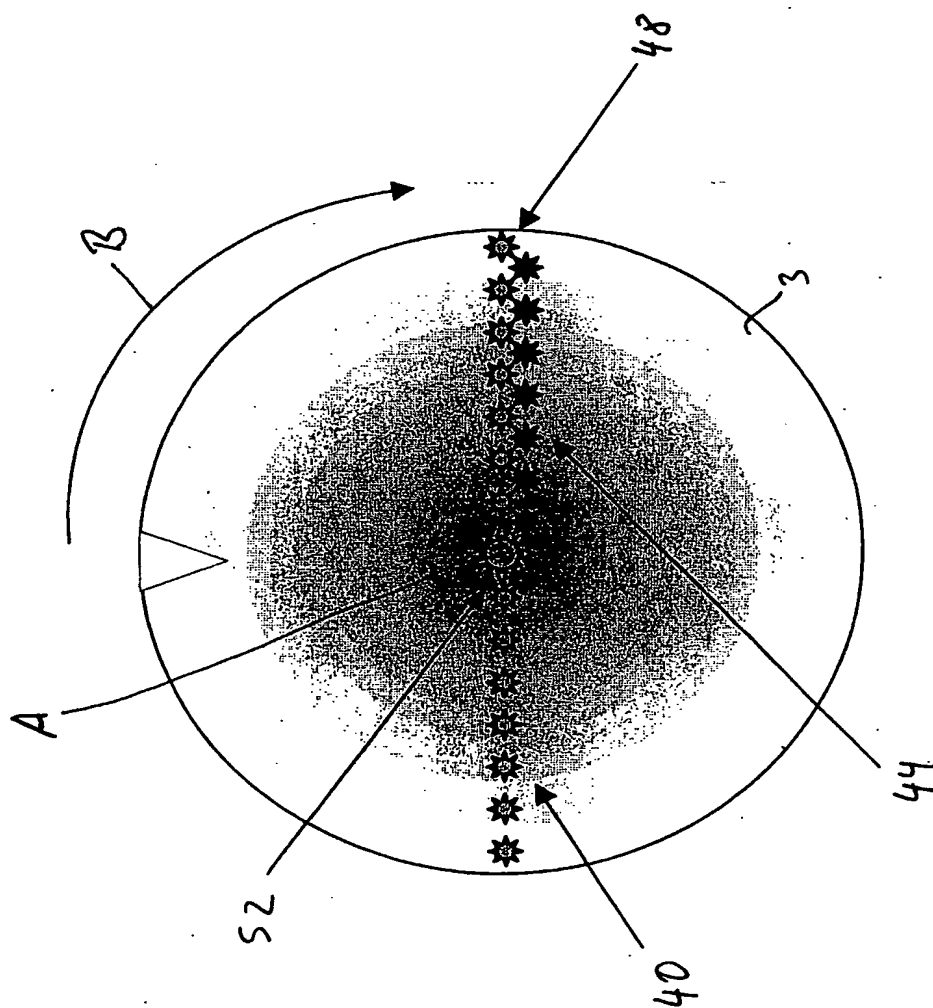
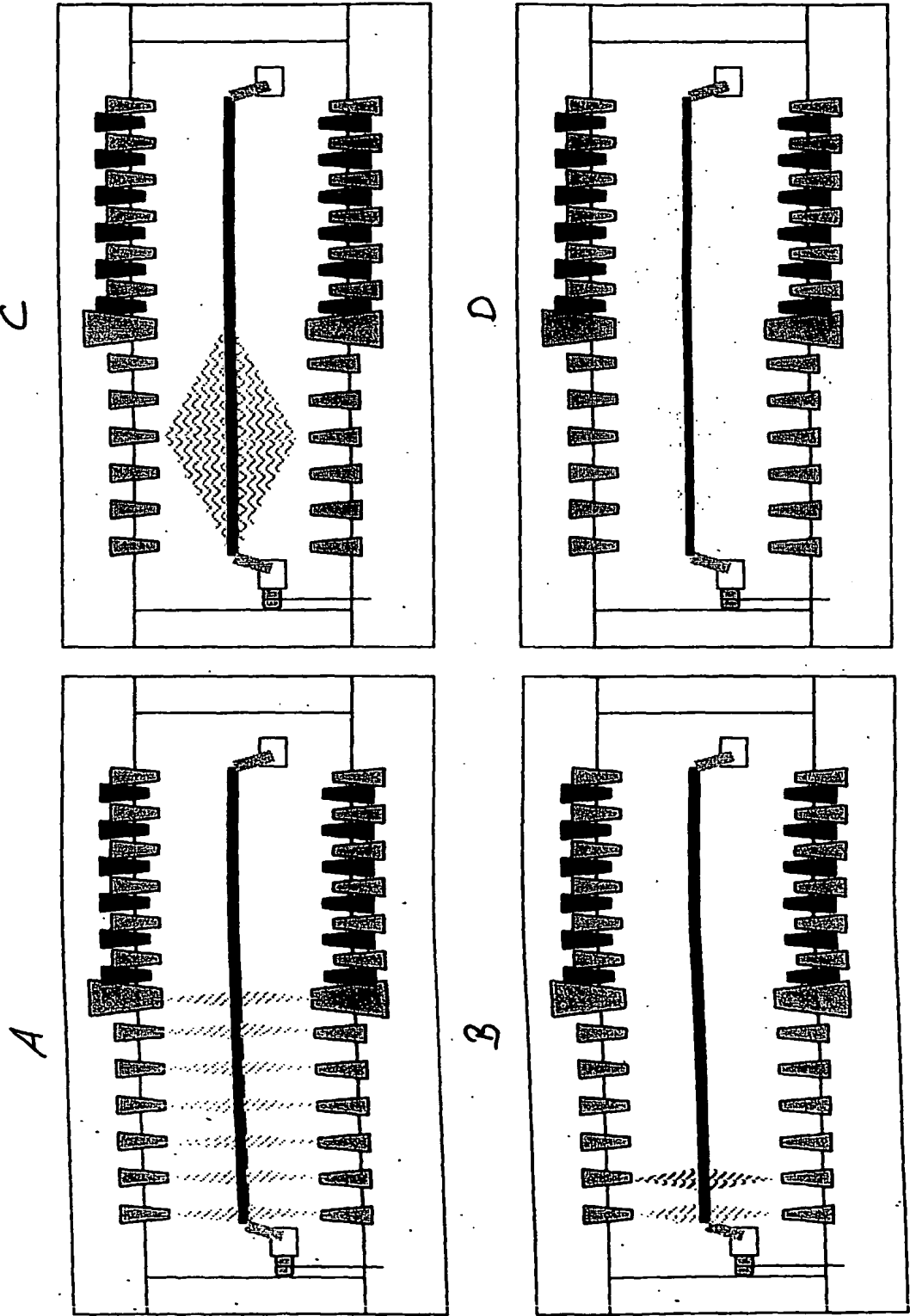


Fig. 6

Fig. 7



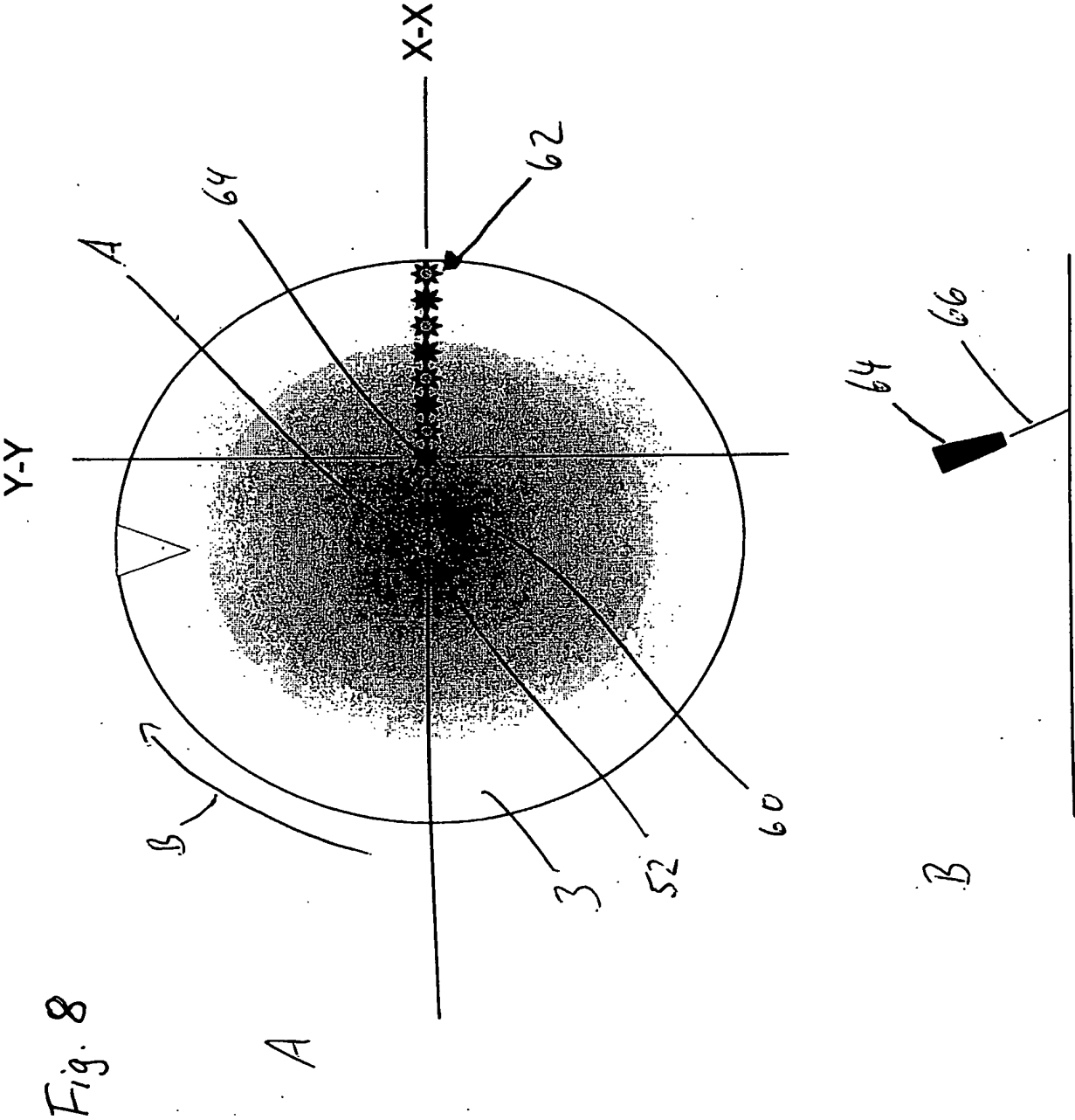


Fig. 9

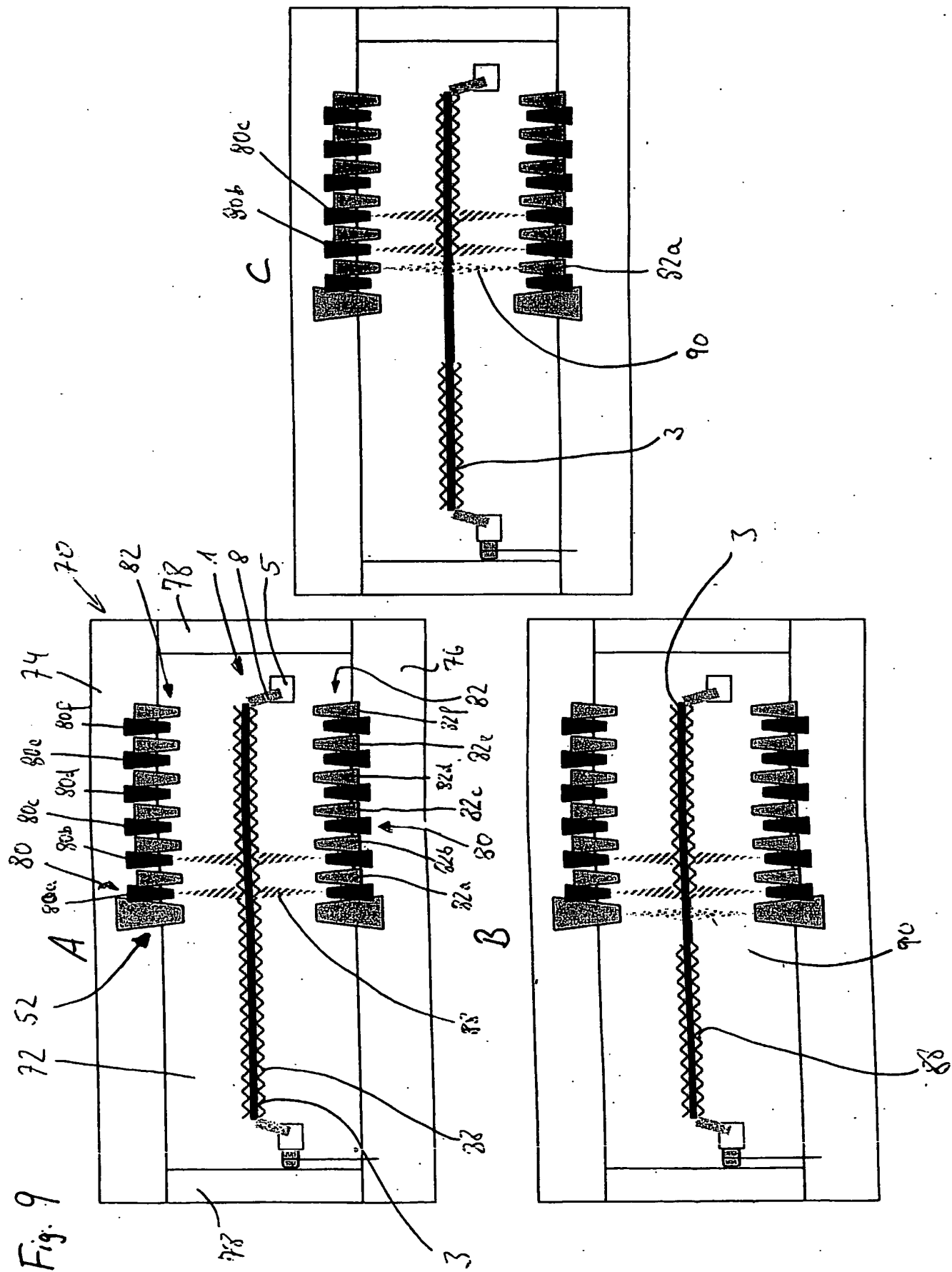
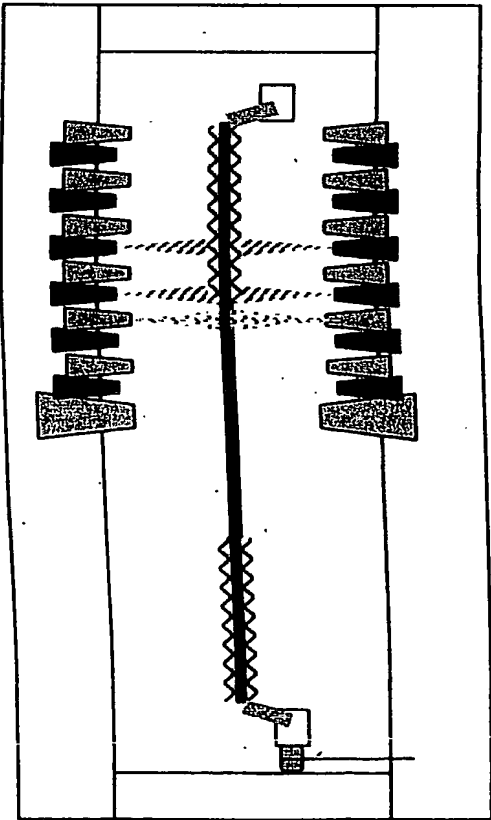


Fig. 9

D



E

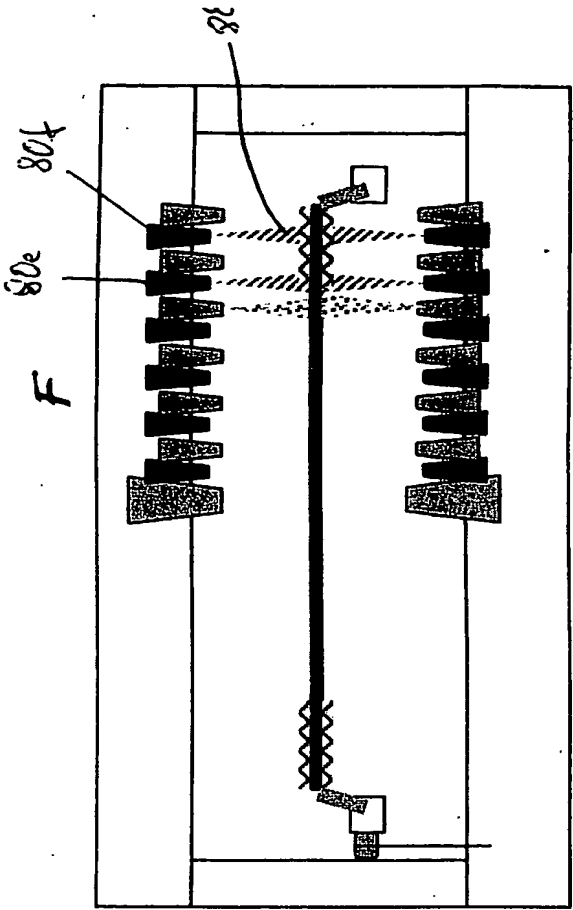
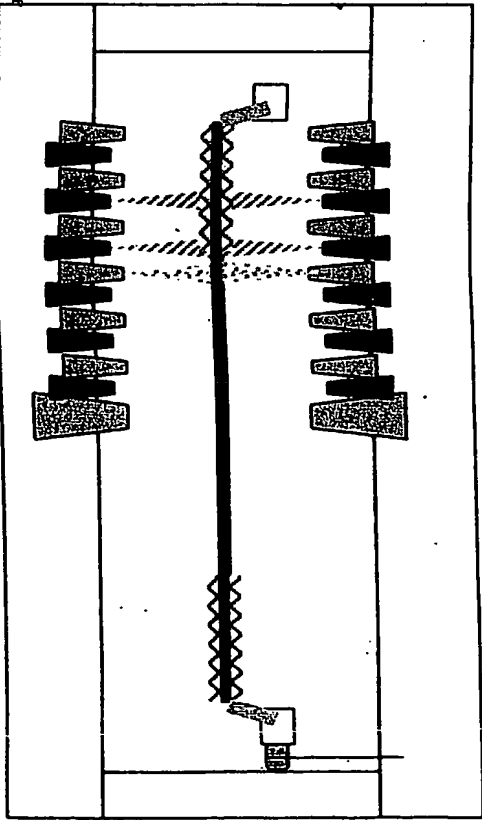
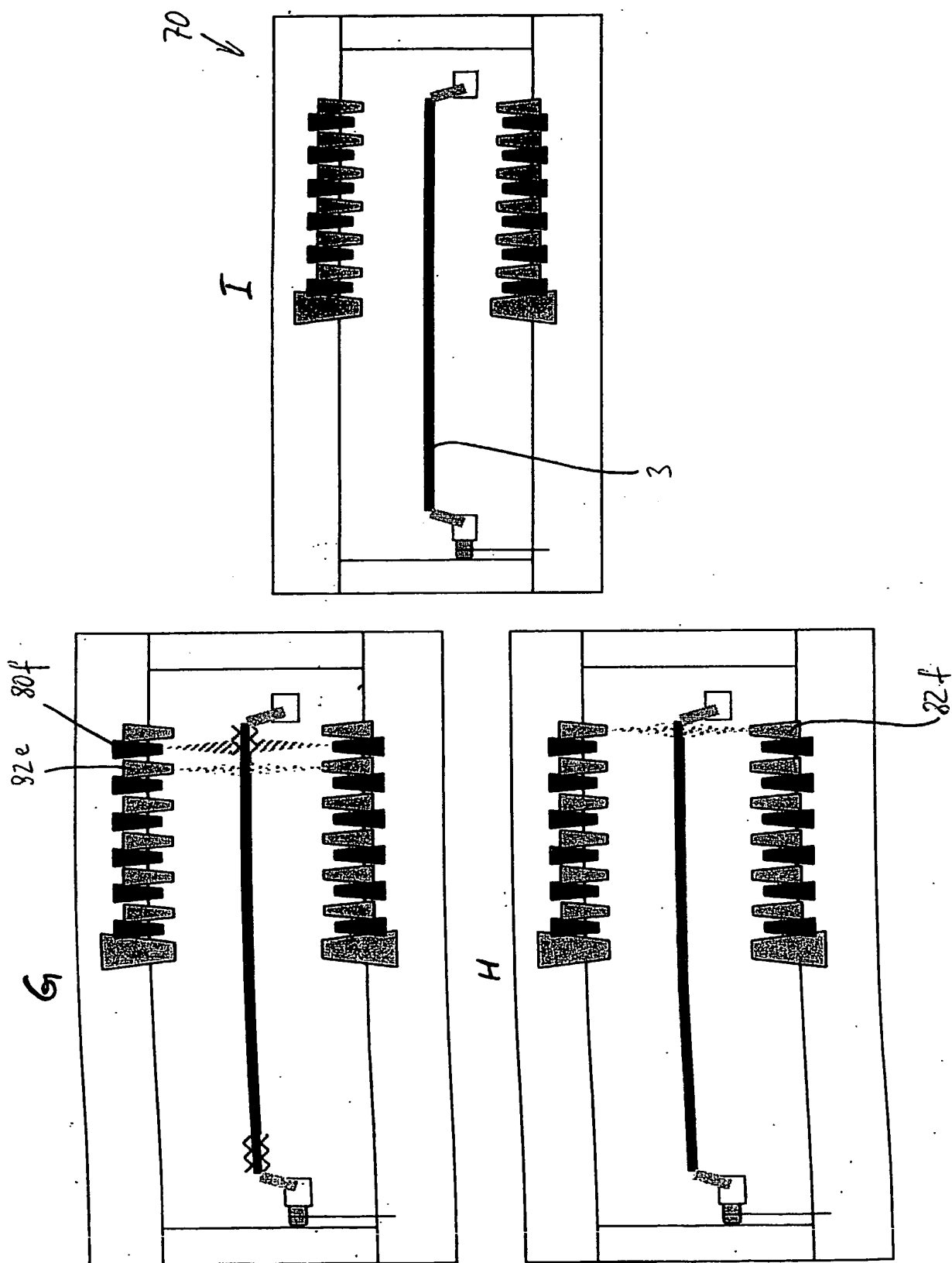
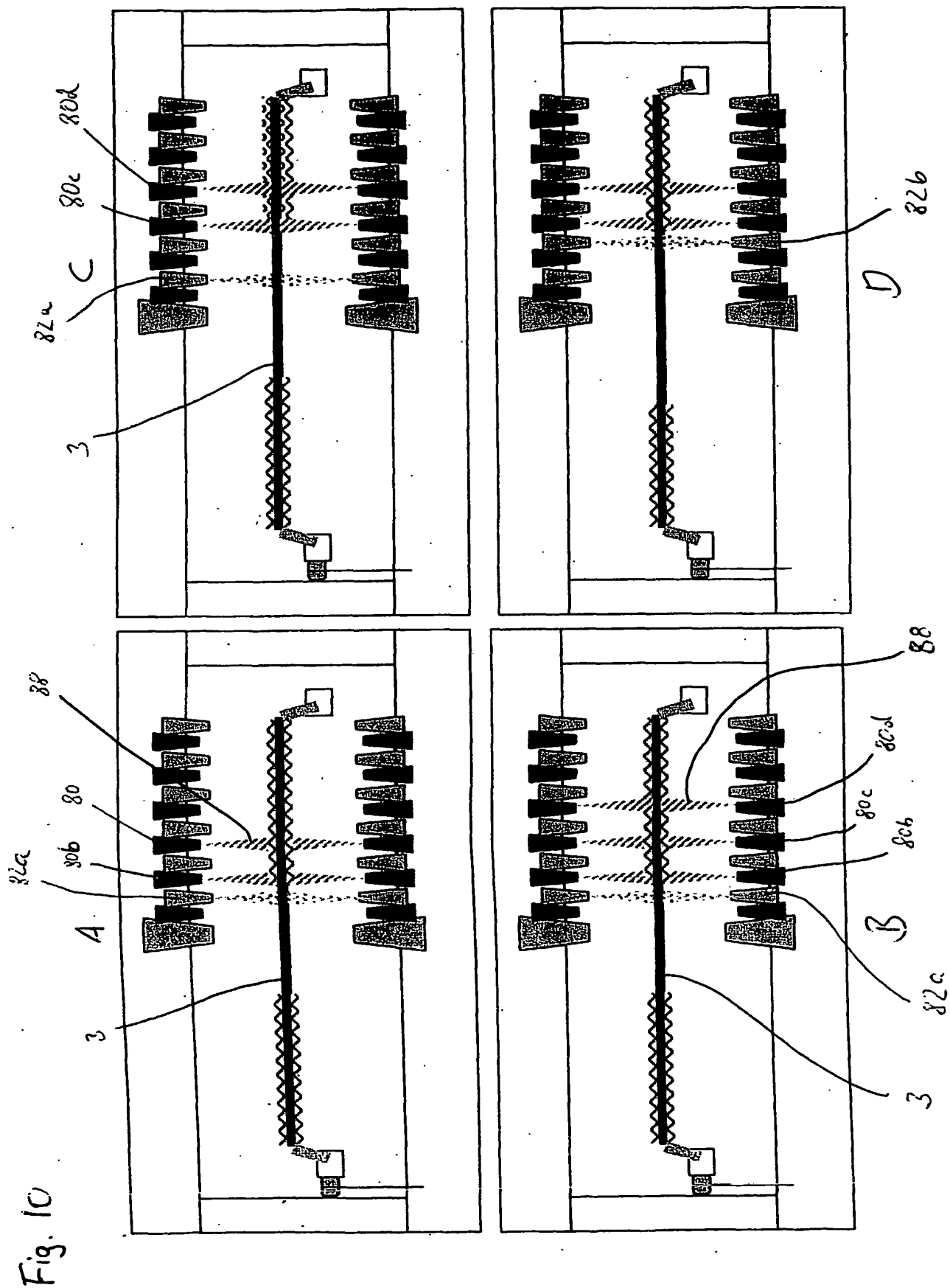


Fig. 9





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.